

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-222620

(43)Date of publication of application : 31.08.1993

(51)Int.Cl.

D01F 9/14
C01B 31/02
C01B 31/04
C08J 5/18
D01D 5/08
D01D 5/253

(21)Application number : 04-056763

(71)Applicant : OSAKA GAS CO LTD

(22)Date of filing : 07.02.1992

(72)Inventor : MATSUMURA YUJI
OKADA SHINICHIRO

(54) HEAT-CONDUCTIVE MATERIAL

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the thermal conductivity of a material containing carbon fiber or carbon film.

CONSTITUTION: The cross section of carbon fiber or carbon film is modified and is allowed to have a leaflet-oriented structure to increase the thermal conductivity. The conductivity of heatconductive materials are over 500W/m.K. The carbon fiber and film is graphitized. In a heat-conductive material, the carbon fiber or film may be composited with resins, carbonaceous binders, ceramics, metals and other matrixes. The pitch carbon fiber and film are produced by melt-extruding an optically anisotropic pitch containing more than 95wt.% of optically anisotropic phase and having 200 to 320° C softening point through slit nozzles, making the fiber or film of a modified cross section infusible and graphitizing the infusible product.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報 (A)**

(11) 特許出願公開番号

特開平5-222620

(43) 公開日 平成5年(1993)8月31日

(51) Int. C1. ⁵	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
D 0 1 F	9/14	5 1 1	7199-3 B	
C 0 1 B	31/02	1 0 1 A	7003-4 G	
	31/04	1 0 1 A	7003-4 G	
C 0 8 J	5/18		9267-4 F	
D 0 1 D	5/08	Z	7199-3 B	
				審査請求 未請求 請求項の数3
				(全6頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平4-56763

(22) 出願日 平成4年(1992)2月7日

(71) 出願人 000000284

大阪瓦斯株式会社

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

(72) 発明者 松村 雄次

大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内

(72) 発明者 岡田 慎一郎

大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内

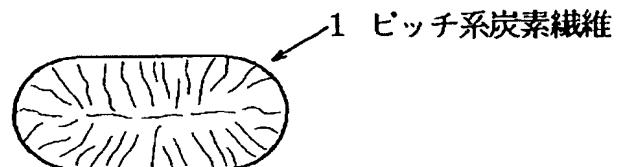
(74) 代理人 弁理士 鍾田 充生

(54) 【発明の名称】熱伝導性材料

(57) 【要約】

【目的】 炭素繊維や炭素フィルムを含む材料の熱伝導率を高める。

【構成】 ピッチ系炭素繊維又はフィルムにおいて、断面を異形とし、かつリーフレット配向した構造とすることにより、熱伝導率を大きくする。熱伝導性材料の熱伝導率は500W/m·K以上である。炭素繊維又はフィルムは、黒鉛化されている。熱伝導性材料において、前記炭素繊維又はフィルムは、樹脂、炭素質結合剤、セラミックスや金属などのマトリックスと複合化していくてもよい。前記ピッチ系炭素繊維およびフィルムは、95重量%以上の光学異方性相を含み、かつ軟化点が200～320℃である光学異方性ピッチを、スリット状ノズルから溶融紡糸し、断面異形のピッチ系繊維又はフィルムを、不融化し、黒鉛化することにより製造できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】断面が異形でかつリーフレット配向構造を有し、熱伝導率が500W/m・K以上のピッチ系炭素繊維又はフィルムで構成されている熱伝導性材料。

【請求項2】炭素繊維又はフィルムが黒鉛化されている請求項1記載の熱伝導性材料。

【請求項3】炭素繊維又はフィルムとマトリックスとを含む請求項1記載の熱伝導性材料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ピッチ系炭素繊維などを含む熱伝導性材料に関する。

【0002】

【従来の技術と発明が解決しようとする課題】炭素繊維として、ポリアクリロニトリル系炭素繊維と、石炭または石油系ピッチ類を原料としたピッチ系炭素繊維が汎用されている。なかでも、ピッチ系炭素繊維は経済性に優れている。特に光学的異方性ピッチを原料としたピッチ系炭素繊維は、高強度、高弾性率であり、機械的特性に優れると共に、熱伝導率、導電率も、ポリアクリロニトリル系炭素繊維よりも優れている。

【0003】前記ピッチ系炭素繊維の断面構造として、ラジアル型、ランダム型、オニオン型などが知られており、例えば、ラジアル構造の炭素繊維はクラックが生じ易く、マクロ欠陥により物性が低下し易い。特開昭59-53717号公報には、特定の配向角、結晶サイズ及び層間隔のミクロ構造を有する高強度、高モジュラスのピッチ系炭素繊維が開示されている。この先行文献には、断面構造が、表層部では円周方向に配列し、中心部では放射状又はモザイク状に配列したピッチ系炭素繊維も開示されている。

【0004】このような断面構造に影響を及ぼす因子としては、例えば、ピッチ原料を溶融して押出す際のノズルの構造、紡糸温度、紡糸時の粘度などが考えられる。

【0005】特開昭61-108725号公報には、特定の紡糸口を有する紡糸口金を用いて、ピッチを溶融紡糸し、不融化及び焼成し、断面がリーフ状ラメラ配列を有するピッチ系炭素繊維の製造方法が開示されている。この方法で得られた断面楕円形の炭素繊維は、引張り強度が大きい。

【0006】また、本出願人は、特開昭62-170526号公報において、断面楕円形の炭素繊維の製造方法について開示した。この方法により得られた断面楕円形の炭素繊維は、単位面積当たりの表面積が大きいので、他の材料との複合材料として優れている。

【0007】しかし、これらの先行技術には、熱伝導率に関して開示されていない。

【0008】一方、熱エネルギー効率を高めるため、熱交換器においては、種々の熱交換材料、例えば、銅、アルミニウム、鉄などの熱伝導性の高い金属が使用されて

いる。また、耐蝕性が要求される箇所には、ニッケル、ステンレススチールなどが使用されている。これらの金属のなかで、銅は最も熱伝導率が高く、その値は400W/m・K程度である。しかし、銅は機械的特性などが小さく、熱交換材料として有効に利用できない。さらに、苛酷な環境下で使用する場合には、耐蝕性などが十分でなく、熱交換材料として未だ十分な特性を備えているとは言い難い。

【0009】そこで、熱交換材料として、化学的に不活性であり、耐熱性、機械的特性などに優れる前記炭素繊維を使用することも考えられる。しかし、炭素繊維は、熱伝導率が小さく、熱交換材料としての特性が十分でない。特に、樹脂、炭素質結合剤、金属やセラミックスなどのマトリックスと、前記炭素繊維とを組合せて複合化すると、熱伝導率がさらに小さくなる。

【0010】従って、本発明の目的は、炭素質材料を含むにも拘らず、熱伝導率の高い熱伝導性材料を提供することにある。

【0011】

【発明の構成】本発明者らは、前記目的を達成すべく、銳意検討の結果、断面が異形でリーフレット配向構造を有するピッチ系炭素繊維が、著しく高い熱伝導率を示すことを見いだし、本発明を完成した。

【0012】すなわち、本発明は、断面が異形でかつリーフレット配向構造を有し、熱伝導率が500W/m・K以上のピッチ系炭素繊維又はフィルムで構成されている熱伝導性材料を提供する。

【0013】好ましい炭素繊維又はフィルムは黒鉛化されている。熱伝導性材料は、前記炭素繊維又はフィルムとマトリックスとを含んでいてもよい。

【0014】なお、本明細書において、「リーフレット配向構造」とは、断面異形の中心点から頂点へ延びる軸線を中心軸として、放射状に配向した構造およびその類似構造を意味する。

【0015】「炭素繊維」とは、炭化又は黒鉛化された繊維を言う。「炭化」とは、窒素ガス、二酸化炭素、アルゴンなどの不活性ガス雰囲気中、又は真空中で、炭素化可能な成分を、例えば、1000～2000℃程度の温度で焼成処理することをいう。「黒鉛化」とは、前記不活性ガス雰囲気中、又は真空中で、例えば、2000～3000℃程度の温度で前記成分を焼成処理することをいい、黒鉛の結晶構造を有していないときでも黒鉛化の概念に含める。

【0016】「フィルム」とは、シートやテープと称されることがある実質上二次元的構造物を含む意味に用いる。

【0017】本発明の炭素繊維およびフィルムは、ピッチ系炭素質であり、断面が異形であればよい。炭素繊維の断面形状としては、例えば、三角形状、中空三角形状、長方形形状、中空四角形状、楕円形状、十字形状、星形

状などが例示される。好ましい断面形状は、長方形状又は梢円形状である。

【0018】炭素繊維およびフィルムの断面はリーフレット配向した構造を有する。このリーフレット配向構造は、図1に示されるように、断面が梢円形のピッチ系炭素繊維1においては、長軸を中心軸として、放射状に配向した構造およびこれと類似した構造を有する。また、断面三角形や星形などの炭素繊維では、断面の中心点から頂点へ伸びる軸線を中心軸とし、この中心軸から放射状に配向した構造およびこのような構造と類似した構造を有する。このようなリーフレット配向構造の繊維は、従来のラジアル配向、ランダム配向の繊維と比較して、熱伝導性が著しく高い。また、前記構造の繊維は、従来の炭素繊維と同じく、引張り強度や弾性率などの機械的特性、導電性なども高い。

【0019】さらに、前記炭素繊維およびフィルムは、炭化されていてよいが、熱伝導性を高めるため、黒鉛化されているのが好ましい。黒鉛化の程度が大きくなるにつれて、熱伝導率が指数関数的に著しく向上する。

【0020】このような炭素繊維およびフィルムは、熱伝導率が500W/m·K以上、好ましくは900W/m·K以上であり、銅の熱伝導率400W/m·Kよりも大きい。

【0021】前記ピッチ系炭素繊維の平均径は、例えば、1~40μm、好ましくは5~30μm程度である。なお、炭素繊維は長繊維や短繊維のいずれであってもよい。また、フィルムの厚みは、例えば、5~100μm、好ましくは10~50μm程度である。フィルムがテープ状である場合、アスペクト比(幅/厚み)は10~1000、より好ましくは30~300程度である。

【0022】なお、炭素繊維やフィルムには、マトリックスとの濡れ性を高めるため、慣用の表面処理、例えば、酸化処理などを施してもよく、マトリックスの種類に応じて、被膜形成処理、例えば、CVD法などにより、チタン、窒化チタン、炭化チタン、炭化ケイ素、ホウ素、窒化ホウ素、アルミニウムなど被膜を形成する処理を施してもよい。

【0023】本発明の熱伝導性材料は、前記炭素繊維及び/又はフィルムと、マトリックスとを含んでいてよい。マトリックスとしては、例えば、樹脂、炭素質結合剤、金属、セラミックスなどの結合剤が挙げられる。

【0024】樹脂としては、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂又はその混合物が使用できる。熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル、ポリイミド、ポリウレタン、ジアリルフタレート等が例示され、これらの熱硬化性樹脂には、通常、樹脂の種類に応じた慣用の硬化剤が併用される。

【0025】熱可塑性樹脂としては、例えば、ポリプロ

ピレン、アクリル樹脂、ポリエチレンテレフタレートやポリブチレンテレフタレート等のポリエステル、ポリアクリロニトリル、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン共重合体などのスチレン系ポリマー、ポリアセタール、ポリカーボネート、ナイロン6、ナイロン66などのナイロンやポリアミド、ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリサルホン、ポリエーテルサルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリオキシベンジレン、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミドなどが挙げられる。

【0026】また、炭素質結合剤としては、炭化又は黒鉛化可能な結合剤、例えば、フェノール樹脂、フルフラール樹脂などのフラン樹脂、ポリアクリロニトリル、ピッチ、メソカーボンマイクロビーズなどが挙げられる。

【0027】セラミックスの原料としては、例えば、アルミナなどの酸化物系無機粉体、炭化物系無機粉体、窒化物系無機粉体、ホウ化物系無機粉体、天然又は合成セラミックス原料などが使用できる。

【0028】金属としては、例えば、アルミニウム、チタン、鉄、マグネシウム、銅、ニッケル、コバルト、これらの金属を含む合金などが例示できる。

【0029】炭素繊維やフィルムとマトリックスの割合は、熱伝導性が低下しない範囲で選択できるが、通常炭素繊維又はフィルムの含有量は、10~85体積%、好ましくは25~75体積%、さらに好ましくは30~75体積%程度である。炭素繊維やフィルムの含有量が10体積%未満であると、複合材の熱伝導率が低下し、85体積%を越えると複合材の一体性が低下する場合がある。

30 【0030】本発明の熱伝導性材料は、熱伝導率の高い複合材を製造する上で有用である。

【0031】炭素繊維及び/又はフィルムとマトリックスとの複合化は、慣用の方法により行なうことができる。例えば、マトリックスが樹脂である場合には、フィラメントワインディング法、ブルトルージョン法、ブリブレグ法、ペレットのインジェクション成形法、フォームリザーバ法、スタンピング法などにより複合化し成形できる。また、マトリックスが炭素質結合剤である場合には、前記樹脂の場合と同様にして成形された成形品を、炭化又は焼成することにより複合化できる。さらに、マトリックスがセラミックスである場合には、圧縮成形、押出し成形、湿式成形法などにより成形し、焼結させることにより複合化できる。マトリックスが金属である場合には、溶融金属浸透法、イオンプレーティングや溶射法などによりブリフォーム化し、ホットプレス法、ホットロール法などにより複合化し成形できる。

【0032】なお、炭素繊維やフィルムの複合化に際して、一方向に熱伝導させる場合には、炭素繊維やフィルムを一方向に配向させ、二方向に熱伝導させる場合には、二方向に配向させて複合化すればよい。また、均一

に熱伝導させる場合には、三方向又はランダムに炭素繊維やフィルムを配向させて複合化すればよい。複合化に際して、炭素繊維とフィルムは併用してもよい。

【0033】炭素繊維やフィルムとマトリックスとが複合化した複合材は、熱伝導率の低下が小さく、高い熱伝導率を示す。

【0034】前記炭素繊維やフィルムは、次のような方法で製造できる。すなわち、光学異方性ピッチをノズルから溶融紡糸する紡糸工程、得られた断面異形のピッチ系繊維又はフィルムを、不融化する不融化工程、不融化した繊維又はフィルムを焼成する焼成工程に供することにより製造できる。

【0035】光学異方性ピッチは、石炭系及び石油系のいずれであってもよい。好ましい光学異方性ピッチは、9.5重量%以上、好ましくは9.7重量%以上の光学異方性相を含むメソフェーズピッチである。ピッチの軟化点は、例えば、180～330°C程度、好ましくは200～320°C程度である。このようなメソフェーズピッチを用いると、リーフレット配向構造の繊維が製造し易くなる。なお、ピッチのベンゼン不溶分は、例えば、8.5～9.0重量%程度、キノリン不溶分は3.5～5.0重量%程度である。

【0036】前記紡糸工程では、断面異形の繊維が形成されるノズル又はスリット状の紡糸ノズル（口金）を使用する。ノズルの形状は、前記断面異形の繊維又はフィルムが得られる形状であればよく、繊維の断面形状に応じて適当に選択できる。好ましいノズルの形状は、断面長方形形状、楕円状の繊維やフィルムが得られるスリット状ノズルである。スリット状ノズルにおいて、スリット幅（長さ）、スリットの高さ（径）は、特に制限されないが、繊維を製造する場合、スリット幅Wは0.2～2mm、好ましくは0.4～1.5mm程度、スリットの高さHは0.04～0.2mm、好ましくは0.06～0.15mm程度である。なお、スリットの高さHが0.04mm未満では、紡糸性が低下し易い。また、円形紡糸孔を有するノズルを用いた場合、溶融温度、紡糸法により、ラジアル配向、ランダム配向の繊維となるが、このような繊維を炭化又は黒鉛化した炭素繊維の熱伝導性は低い。

【0037】前記スリット状ノズルにおいて、スリット幅Wとスリット高さHとの比率W/Hも適当に選択できるが、好ましくは1.5<W/H<2.0、さらに好ましくは2.5<W/H<1.0程度である。

【0038】なお、炭素繊維を製造する場合、紡糸法は特に制限されず、慣用の溶融紡糸法、エアーサッカー法、渦流法などが採用できる。また、ピッチを原料としてフィルムを製造する場合、ネックダウン、すなわち成形中にフィルムの幅が狭まる現象が生じ易い。このような場合には、本出願人が先に提案した方法を採用してフィルムを溶融紡糸するのが好ましい（特開平3-936

13号公報）。すなわち、ピッチを、スリット状ノズルから押出し、押出されたシート状ピッチを巻取装置に牽引して巻き取る。その際、シート状ピッチのネックダウンを防止するため、該シート状ピッチが十分固化する前に、牽引により幅が減少しつつあるシート状ピッチの幅方向両端面近傍に、空気、窒素などの気流を、シート状ピッチの幅を拡げる方向に、例えば、5.0～10.0m/秒程度の速度（気流吹出口の出口での速度）で吹付けてピッチフィルムを作製する。

10 【0039】不融化工程では、溶融紡糸されたピッチ系繊維やフィルムを、酸素、空気又は酸素含有物質（例えば、硝酸、二酸化炭素などの酸化剤など）の存在下、例えば、200～500°C、好ましくは200～400°C程度で熱処理する。不融化により繊維やフィルム同士の融着を防止できる。

15 【0040】焼成工程では、前記不融化された繊維やフィルムを炭化又は黒鉛化する。焼成工程において、焼成温度が高くなるにつれて、熱伝導性が向上する。従って、焼成温度は黒鉛化可能な温度、好ましくは2500°C以上、さらに好ましくは2700°C以上の温度で焼成し黒鉛化するのが好ましい。特に2500°C以上の温度で焼成すると、熱伝導率が指数関数的に著しく向上する。なお、黒鉛化温度は3000°C以上であってもよい。特に断面異形のリーフレット配向構造を有する場合には、円形ラジアル型、円形ランダム型などの繊維などと比較して、熱伝導性の増加率が著しい。

20 【0041】本発明の熱伝導性材料は、種々の用途に使用できるが、熱交換器の熱交換材料として有用である。熱交換器としては、例えば、廃熱交換器、スターリングエンジンのヒートポンプ、ダイレクトドライブのヒートポンプなどのエンジン部品、LNG気化器、太陽熱温水器などの太陽エネルギーの熱交換器、低温廃熱などの低質エネルギー回収用熱交換器などが挙げられる。また、加圧充填時に発熱が生じる天然ガスボンベ自体を前記材料で形成してもよい。

25 【0042】熱交換材料として利用すると、熱伝導率が高くしかも化学的に不活性であり、機械的特性に優れるため、熱交換効率を向上できると共に、熱交換器を小型化でき、しかも苛酷な環境下でも使用できる。

30 【0043】

【発明の効果】本発明の熱伝導性材料は、特定の断面構造を有し、熱伝導率の高いピッチ系炭素繊維又はフィルムで構成されているので、炭素質材料でありながら、熱伝導率が高い。

【0044】

【実施例】以下に、実施例に基づいて本発明をより詳細に説明する。

35 【0045】なお、以下の実施例および比較例において、熱伝導率は、レーザーフラッシュ法による測定装置 [真空理工（株）製、TC-7000、レーザー出力：

ルビーレーザ]を利用して測定した。熱伝導率の測定は、室温(25°C)で行ない、試料の裏面の熱拡散率は赤外線検出器(InSbセンサ)、試料の裏面の比熱はPR熱電対を用いて測定した。

【0046】実施例1

光学異方性相の含有量100重量%、軟化点300°Cの石炭系メソフェーズピッチを、スリット幅0.53mm、スリットの高さ0.07mmのスリット状ノズル(W/H=7.5)を用い、ノズル温度345°Cで溶融紡糸した。メソフェーズピッチの紡糸粘度は1000ボイズであった。また、ノズルの下25cmの位置で窒素ガスを2L/分の条件で吹き付け、ピッチ繊維を急冷した。

【0047】得られたピッチ繊維を2°C/分の条件で310°Cまで昇温し、15分間保持することにより、不融化処理した。次いで、不融化繊維を、不活性ガス中、15°C/分の昇温速度で1200°C、2500°C、2800°Cおよび3000°Cまで、それぞれ昇温し、炭化又は黒鉛化した。繊維の断面は、楕円形状であり、リーフレット配向構造を有していた。ピッチ系炭素繊維の焼成温度と熱伝導率との関係を、図2のグラフ中、○で示す。

【0048】比較例1

真円ノズル(孔径0.2mm)を用い、ノズル温度350°Cで糸径12μmに溶融紡糸する以外、実施例1と同様にして、不融化、炭化又は黒鉛化し、炭素繊維を得た。繊維の断面は、円形であり、かつラジアル配向構造を有していた。ピッチ系炭素繊維の焼成温度と熱伝導率との関係を、図2のグラフ中、△で示す。

【0049】比較例2

真円ノズル(孔径0.2mm)を用い、ノズル温度355°Cで糸径12μmに溶融紡糸し、得られたピッチ繊維を2°C/分の条件で305°Cまで昇温し、15分間保持する以外、実施例1と同様にして、炭化又は黒鉛化し、炭素繊維を得た。繊維の断面は、円形であり、かつランダム配向構造を有していた。ピッチ系炭素繊維の焼成温度と熱伝導率との関係を、図2のグラフ中、□で示す。

【0050】図2より、断面が異形でリーフレット配向構造を有するピッチ系炭素繊維(実施例)は、比較例1及び比較例2のピッチ系炭素繊維に比べて、熱伝導性に優れている。特に、高温における熱伝導率に格段の差が認められる。

【0051】実施例2

実施例1において2800°Cでの焼成により得られたりーフレット配向構造を有する炭素繊維を基材とし、ピッチを含浸し、昇温速度5°C/分で1500°Cまで昇温して焼成した後、さらにピッチを含浸し、上記と同様にして焼成し、炭素/炭素複合材を作製した。得られた複合材の熱伝導率を測定したところ、660W/m·Kであ

った。

【0052】実施例3

実施例1において2800°Cでの焼成により得られたりーフレット配向構造を有する炭素繊維を基材とし、銅を溶湯することにより、炭素繊維/銅=60/40体積%の複合材を作製した。得られた複合材の熱伝導率を測定したところ、780W/m·Kであった。

【0053】比較例3

実施例3の炭素繊維に代えて、比較例2により得られたランダム配向構造を有して炭素繊維を用いる以外、実施例3と同様にして、炭素繊維/銅=60/40体積%の複合材を作製した。得られた複合材の熱伝導率を測定したところ、300W/m·Kであった。

【0054】実施例4

実施例1において2800°Cでの焼成により得られたりーフレット配向構造を有する炭素繊維を基材とし、アルミニウムを溶湯することにより、炭素繊維/アルミニウム=60/40体積%の複合材を作製した。得られた複合材の熱伝導率を測定したところ、680W/m·Kであった。

【0055】比較例4

比較例2により得られた炭素繊維を用い、実施例4と同様にして、炭素繊維/アルミニウム=60/40体積%の複合材を作製した。得られた複合材の熱伝導率を測定したところ、210W/m·Kであった。

【0056】比較例5

銅単体の熱伝導率を測定したところ、386W/m·Kであった。

【0057】比較例6

30 アルミニウム単体の熱伝導率を測定したところ、228W/m·Kであった。

【0058】比較例7

鉄単体の熱伝導率を測定したところ、76W/m·Kであった。

【0059】このように、断面が異形でリーフレット配向構造を有する炭素繊維、又は該炭素繊維と炭素又は金属との複合材は、断面が円形でランダム配向構造又はラジアル配向構造を有する炭素繊維、又は該炭素繊維と金属との複合材と比較して、また金属担体と比較して、熱伝導率に格段の差が認められる。

【図面の簡単な説明】

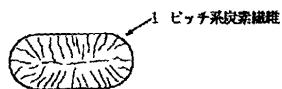
【図1】熱伝導性材料を構成するピッチ系炭素繊維の概略断面図である。

【図2】実施例1および比較例1、2の結果を示すグラフである。

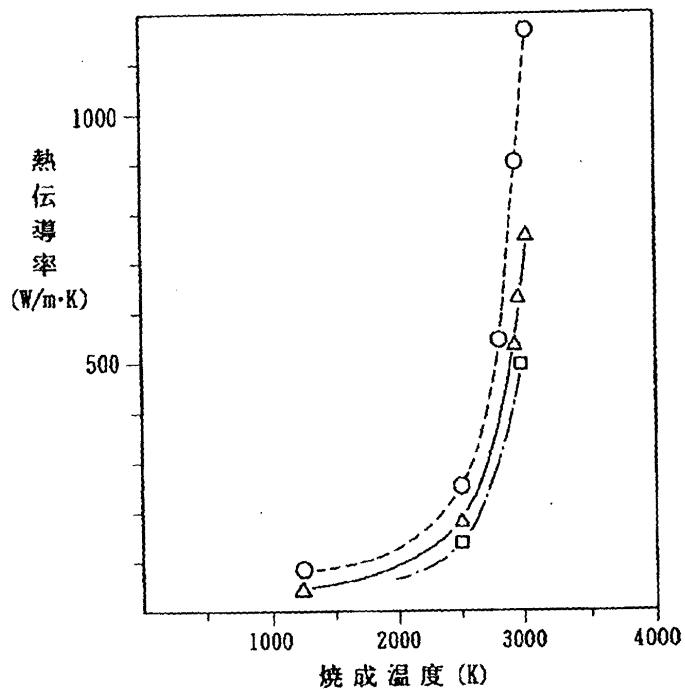
【符号の説明】

1…ピッチ系炭素繊維

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5
D 01 D 5/253識別記号 記入欄番号
7199-3B

F I

技術表示箇所